



TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

O RUÍDO NA AVIAÇÃO MILITAR

Mariana Filipa Saraiva Correia

MAIO'2018



TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

O RUÍDO NA AVIAÇÃO MILITAR

Mariana Filipa Saraiva Correia

Orientado por:

Dr. Marco Alveirinho Simão

MAIO'2018

Resumo

O ruído é normalmente definido como um som indesejado, e de facto, sabe-se que a exposição prolongada ao ruído acima de uma determinada intensidade pode levar a diversas alterações no corpo humano, não só a nível da audição, como também noutras áreas psicomotoras. Na aviação militar, nomeadamente na Força Aérea Portuguesa, isto não é exceção. Apesar dos progressos verificados nas áreas da informação e prevenção, continuam a existir indivíduos com a possibilidade de virem a desenvolver perda de audição induzida pelo ruído devido às diversas fontes existentes, pelo que se torna necessário continuar a investir nesta área e melhorar as medidas de controlo e prevenção. Esta prevenção deve ser abordada nos três componentes envolvidos – a fonte do ruído, o local de trabalho e o indivíduo exposto – e assenta na definição de critérios de seleção, no controlo clínico-audiométrico, no uso de equipamentos de proteção individual e na educação das pessoas envolvidas.

Palavras-chave: Ruído aeronáutico; Aviação militar; Surdez profissional; Equipamento de proteção individual; Programa de conservação da audição.

Abstract

Noise is normally defined as unwanted sound, and in fact it is known that prolonged exposure to noise, above a certain intensity, can lead to various changes in the human body, not only at the level of hearing, but also in other psychomotor areas. In military aviation, namely in the Portuguese Air Force, this is no exception. Despite the progress in the areas of information and prevention, there are still individuals with the possibility of developing noise-induced hearing loss due to various sources, and it is therefore necessary to continue investing in this area and to improve control and prevention measures. This prevention must be addressed in the three components involved – the noise source, the workplace and the exposed individual – and is based on the definition of selection criteria, clinical-audiometric control, the use of individual protection equipment and the education of people involved.

Keywords: Aviation noise; Military aviation; Professional deafness; Individual protection equipment; Hearing conservation program.

O trabalho final exprime a opinião do autor e não da FML.

Índice

<u>LISTA DE ACRÓNIMOS</u>	<u>4</u>
<u>INTRODUÇÃO</u>	<u>5</u>
<u>ANATOMIA E FISIOLOGIA DA AUDIÇÃO</u>	<u>6</u>
MECANISMOS DE CONDUÇÃO DO SOM	7
OUVIDO EXTERNO	7
OUVIDO MÉDIO	7
MECANISMOS DE TRANSDUÇÃO DO SOM	8
OUVIDO INTERNO	8
<u>CONCEITOS DE ACÚSTICA</u>	<u>10</u>
SOM VS RUÍDO	10
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOM	10
<u>EFEITOS DO RUÍDO NO CORPO HUMANO</u>	<u>12</u>
EFEITOS AUDITIVOS	12
EFEITOS EXTRA-AUDITIVOS	13
<u>ENQUADRAMENTO LEGAL</u>	<u>14</u>
<u>FONTES DE RUÍDO AERONÁUTICO E O SEU IMPACTO NOS MILITARES</u>	<u>18</u>
<i>COCKPIT</i> DA AERONAVE	19
AVIÕES DE CAÇA	19
HELICÓPTEROS	21
AERONAVES DE TRANSPORTE A HÉLICE	23
AERONAVES DE TRANSPORTE A JATO	24
<u>REALIDADE DA FAP</u>	<u>27</u>
DEPARTAMENTO DE AVALIAÇÃO E APTIDÃO MÉDICA (DAAM)	27
DEPARTAMENTO DE FORMAÇÃO E PREVENÇÃO (DFP) E SECÇÃO DE TREINO FISIOLÓGICO (STF)	28
PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DA AUDIÇÃO	28
<u>CONCLUSÃO</u>	<u>31</u>
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>33</u>

Lista de acrónimos

ANAC – Autoridade Nacional de Aviação Civil

ANR – *Active Noise Reduction*

BA – Base Aérea

CMA – Centro de Medicina Aeronáutica

CNPRP – Centro Nacional de Proteção contra Riscos Profissionais

DAAM – Departamento de Avaliação e Aptidão Médica

dB – Decibéis

DFP – Departamento de Formação e Prevenção

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FAP – Força Aérea Portuguesa

FML – Faculdade de Medicina de Lisboa

GPA – Gabinete de Prevenção de Acidentes

HFAR – Hospital das Forças Armadas

Hz – *Hertz*

Leq – Nível de som em decibéis equivalente à energia sonora total medida ao longo de um certo período de tempo.

NOE – *Nap of the Earth*

OMS – Organização Mundial de Saúde

ORL – especialidade de Otorrinolaringologia

OSHA – *Occupational Safety & Health Administration*

PTS – *Permanent Threshold Shift*

STF – Secção de Treino Fisiológico

TTS – *Temporary Threshold Shift*

VAI – Valores de Ação Inferior

VAS – Valores de Ação Superior

VLE – Valores Limite de Exposição

Introdução

O ruído é um dos flagelos dos dias de hoje. É um produto indesejável da nossa civilização cada vez mais tecnológica e tem vindo a tornar-se num poluente ambiental perigoso e perturbador. Existe uma crescente consciencialização pública e alguns progressos na luta contra a poluição sonora, principalmente desde a Revolução Industrial, altura em que a vida diária das pessoas, particularmente em ambientes urbanos, foi invadida por sons indesejáveis. Outro fator que também muito contribuiu para o grande aumento dos níveis de ruído foi o aparecimento do avião, tanto para a população da área envolvente dos Aeroportos e Bases Aéreas Militares, como para toda a tripulação que trabalha diariamente com as aeronaves, principalmente pessoal da manutenção e pessoal navegante.

Este aumento do ruído pode trazer vários problemas para a saúde das pessoas, não só a nível auditivo como também noutros sistemas do corpo humano. Com este trabalho, pretendo falar sobre esses efeitos na aviação e sobre as principais fontes produtoras de ruído nesta área. Para isso, torna-se importante realizar uma breve abordagem da anatomia e fisiologia da audição e definir alguns conceitos de acústica para melhor entender o ruído, de maneira a conseguir responder a algumas questões, como:

- Quais os níveis de ruído emitido por algumas aeronaves e qual o seu impacto na tripulação?;
- Como prevenir os efeitos do ruído no corpo humano?;
- O que é feito no caso concreto da Força Aérea Portuguesa?.

De forma a atingir estes objetivos, recorri à pesquisa de artigos e estudos realizados em tripulações de outras Forças Armadas, e ainda à Secção de Treino Fisiológico (STF) e ao Centro de Medicina Aeronáutica (CMA), que me disponibilizaram alguma bibliografia relativa à fisiologia de voo e à avaliação do pessoal navegante.

“I have often lamented that we cannot close our ears with as much ease as we can our eyes.”

Sir Richard Steele

Anatomia e fisiologia da audição

A audição constitui um dos principais sentidos do ser humano, estando apenas em segundo lugar em relação à visão no que diz respeito a mecanismos sensoriais fisiológicos para obter informações críticas durante a operação de uma aeronave. O sentido da audição permite perceber, processar e identificar os diferentes sons provenientes do ambiente envolvente e desempenha um importante papel na capacidade de reação e na comunicação em geral. (1)

O ouvido, órgão humano que nos permite ouvir, trata-se de um órgão par e simétrico, que se encontra localizado ao nível do rochedo do osso temporal, e pode dividir-se em: ouvido externo, constituído pelo pavilhão auricular e o canal auditivo externo; ouvido médio, do qual fazem parte a caixa do tímpano com os seus três ossículos (martelo, bigorna e estribo), a trompa de Eustáquio e as células mastoideias; e ouvido interno, composto pela cóclea, o aparelho vestibular e o nervo auditivo. (2) É possível perceber esta divisão através da imagem esquematizada na figura 1.

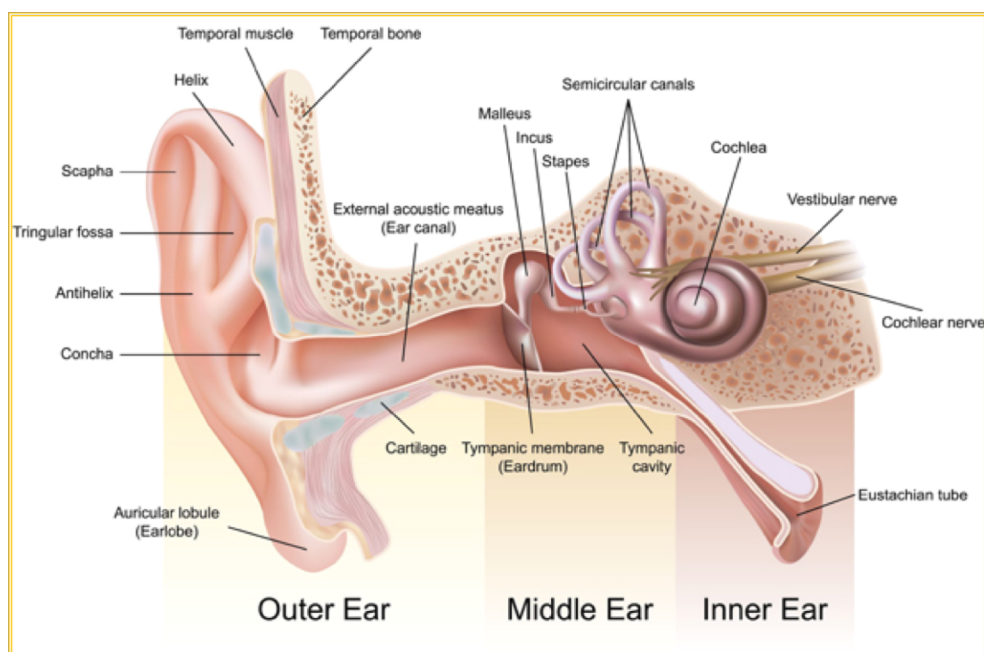


Fig. 1: Anatomia do ouvido humano (3)

Distinguem-se, então, várias funções no aparelho auditivo. Parte do ouvido tem como função conduzir o som até à cóclea, através de um mecanismo de condução do som que permite superar a diferença de impedância inerente à propagação da vibração na interface de dois meios diferentes (ar-líquido), enquanto a cóclea tem como função efetuar a transdução da energia vibratória que irá dar origem a um impulso nervoso. (4) (5)

Mecanismos de condução do som

Ouvido externo

O ouvido externo já foi considerado como não importante na audição, no entanto hoje sabe-se que desempenha um papel na localização de fontes sonoras. O pavilhão auricular é a parte visível do ouvido externo, sendo uma aba proeminente suportada por cartilagem, limitando-se essencialmente à produção de reforço de alta frequência para efeitos direcionais na localização do som. (6) De uma maneira muito simples, o ouvido externo funciona como um funil que conduz as vibrações do ar até ao tímpano, possuindo também a função de localização, que pode ser feita de duas maneiras. Em primeiro lugar, a onda sonora atinge a orelha que está mais perto do som mais cedo do que atinge a outra, e em segundo lugar, o som é menos intenso quando atinge a orelha que está mais longe, pois a cabeça atua como uma barreira que interrompe parcialmente a propagação das ondas sonoras. Todas essas sugestões são integradas pelo cérebro para determinar a localização da fonte de som, pelo que se torna difícil localizar o som apenas com um ouvido. (7)

O canal auditivo externo faz a ligação entre o pavilhão auricular e a membrana do tímpano, medindo cerca de 3 cm de comprimento nos adultos com uma conformação em “S”. A membrana do tímpano apresenta uma certa resistência ao movimento, denominada “impedância”, pelo que é no canal auditivo que se faz uma espécie de correspondência da impedância do ar, que é dependente da frequência, sendo pobre em frequências inferiores a cerca de 400 Hz. (6) A pele que cobre o canal contém glândulas que produzem secreções que se misturam com células mortas para produzir cerúmen. Este, juntamente com os pelos finos que protegem a entrada do canal auditivo, ajudam a evitar que as partículas no ar atinjam as porções mais internas do canal auditivo, onde se poderiam acumular e ferir o tímpano, interferindo com a audição. (7)

Ouvido médio

O ouvido médio localiza-se entre o ouvido externo e o interno, estando separado do canal auditivo pela membrana do tímpano. Esta secção é constituída por ar, pelo que se torna necessária a existência de uma comunicação entre a cavidade timpânica e a nasofaringe, que é estabelecida pela trompa de Eustáquio. Em condições normais encontra-se encerrada, abrindo-se apenas durante a deglutição e o bocejo, permitindo a entrada de ar e o equilíbrio de pressões no ouvido médio. (2)

A função do ouvido médio é transferir as vibrações do tímpano para o fluido do ouvido interno. Esta transferência de vibrações sonoras é possível através de uma cadeia de pequenos ossos móveis, os ossículos (martelo, bigorna e estribo). À medida que o tímpano vibra em resposta às ondas de ar, os ossículos são colocados em movimento na mesma frequência. Esta frequência do movimento é transmitida para a janela oval através de uma determinada pressão em cada vibração. Isto produz movimentos ondulatórios do fluido do ouvido interno na mesma frequência que a onda sonora original. No entanto, para colocar o fluido em movimento, é necessária uma maior pressão para que esta seja amplificada, estando isto relacionado com dois mecanismos. Em primeiro lugar, a superfície do tímpano é muito maior do que a da janela oval, e em segundo, a ação de alavanca dos ossículos aumenta consideravelmente a força exercida na janela oval. Esta pressão extra, gerada por estes mecanismos, é suficiente para colocar o fluido da cóclea em movimento. (7)

Uma outra função do ouvido médio é a de proteger o ouvido interno contra vibrações de grandes amplitudes (ruídos altos), o que pode ser prejudicial. Isto é conseguido através de dois mecanismos: o reflexo acústico, que altera a impedância do ouvido médio para discriminar vibrações de grande amplitude e baixa frequência, através da contração dos músculos estapédio e tensor do tímpano; e a subluxação dos ossículos, em que as porções articulares dos mesmos movem-se para dentro e para fora da articulação, reduzindo a eficiência destes como sistema de transmissão e protegendo o ouvido interno. (6)

Mecanismos de transdução do som

Ouvido interno

Ao contrário dos ouvidos externo e médio, responsáveis pelo transporte do som até ao interior do aparelho auditivo, o ouvido interno tem como função a transdução da vibração na faixa audível para um impulso nervoso.

O ouvido interno é a parte mais profunda do ouvido e é constituído por duas estruturas: o labirinto ósseo e o labirinto membranoso, onde circula a endolinfa e por onde nascem as vias nervosas acústicas e vestibulares. Os dois labirintos dividem-se em três partes, a cóclea ou caracol, o vestíbulo e os canais semicirculares, e entre os dois labirintos existe o espaço perilinfático, onde circula a perilinfa. (2)

A cóclea é um tubo enrolado, dividido longitudinalmente em três compartimentos principais: escala vestibular, escala timpânica e escala média ou ducto coclear. Os dois

primeiros compartimentos contêm perilinfa e estão em comunicação um com o outro através do helicotrema, um orifício existente na parte mais distal da cóclea que permite igualar as pressões entre eles. A membrana basilar, existente entre a escala timpânica e escala média, realiza uma análise da frequência mecânica do sinal recebido, através das células ciliadas do órgão de Corti. (6) Ou seja, quando o estribo provoca mudanças de pressão, através da janela oval, na endolinfa da escala vestibular, é produzida uma onda que viaja ao longo da membrana basilar, com a propriedade notável de que, à medida que cada componente de frequência da onda atinge o seu ponto de ressonância, ela pára e não viaja mais. (4) O ponto em que ocorre a amplitude máxima de vibração vai depender da frequência do som estimulante, sendo que os tons agudos (frequências mais altas) produzem a excitação máxima na extremidade basal da membrana e os tons graves (frequências mais baixas) no ápex. A informação é transmitida ao cérebro pela vibração auditiva máxima na membrana. (6)

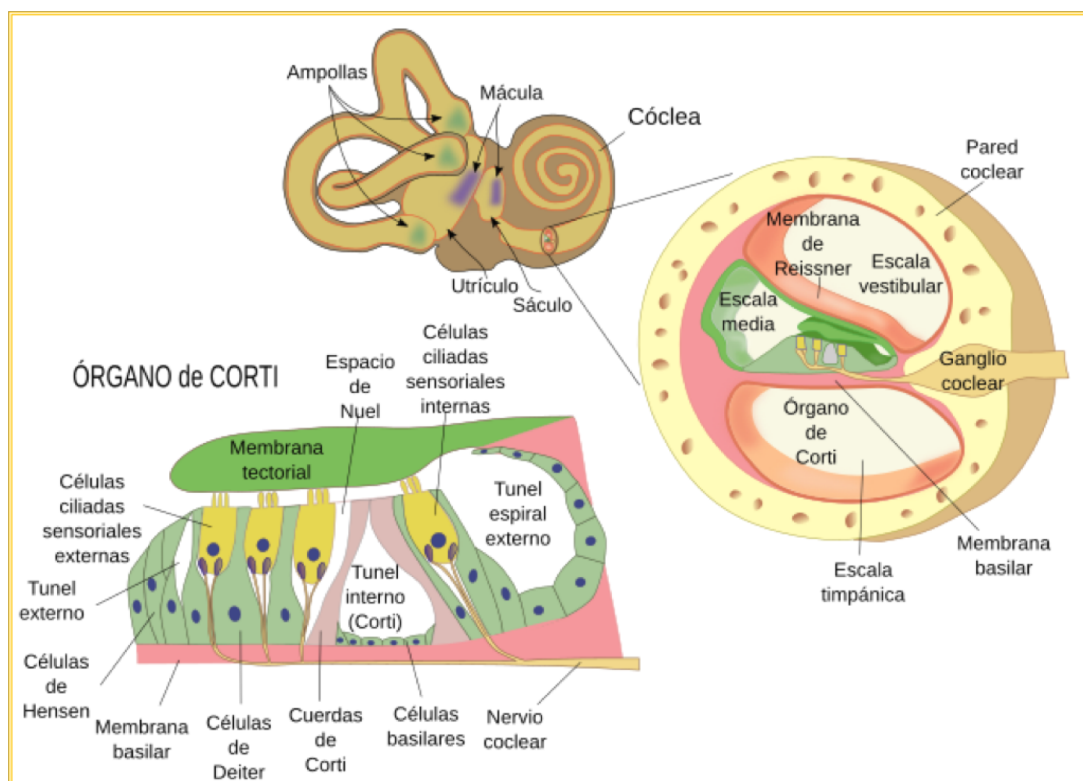


Fig. 2: Componentes do órgão de Corti. (8)

Conceitos de Acústica

Neste capítulo, são apresentados alguns aspectos fundamentais da acústica, como as definições de som, ruído e de algumas das suas características físicas, na medida em que se tornam pertinentes para a compreensão do reconhecimento, avaliação e prevenção dos efeitos do ruído como risco ocupacional.

Som vs Ruído

O termo “som”, do ponto de vista mais prático, descreve a sensação percebida pelo sentido da audição. É usado para descrever um movimento ondulatório num meio elástico, que pode ser sólido, líquido ou gasoso. As ondas sonoras são variações da pressão, ou oscilações, que se propagam de forma longitudinal, envolvendo uma sucessão de compressões e rarefações do meio. Normalmente, o meio de propagação é o ar e as oscilações de pressão variam para cima e para baixo da pressão atmosférica ambiente. (1) (4) (6)

Do ponto de vista da acústica, o som e o ruído constituem o mesmo fenómeno das flutuações da pressão atmosférica sobre a pressão atmosférica média, sendo a sua diferenciação muito subjetiva. O ruído pode ser definido como um “som desagradável ou indesejado”. O que é som para uma pessoa pode muito bem representar ruído para outra, no entanto o reconhecimento do ruído como um sério risco para a saúde tem vindo a ser cada vez mais estudado, havendo uma maior preocupação pela grande quantidade de fontes na indústria moderna e nos transportes, bem como na música ampliada em discotecas, por exemplo. (4)

Características físicas do som

Todos os sons têm três variáveis físicas distintas: frequência, intensidade e duração.

A frequência é a propriedade física que dá um tom ao som, definindo-o como grave, médio ou agudo. Ela traduz a variação periódica da pressão acústica, ou seja, uma vez que a energia do som se propaga de forma ondulada, ela pode ser medida em termos de oscilações ou ciclos de ondas por segundo, sendo expressa em Hertz (Hz). O espectro de frequências audíveis pelo ouvido humano varia entre os 20 e os 20000 Hz, sendo que a maior sensibilidade se situa entre os 500 e os 4000 Hz. As frequências conversacionais,

isto é, aquelas onde normalmente se processa a comunicação oral, variam entre os 500 e os 3000 Hz. (1) (9)

A intensidade é a quantidade de energia vibratória recebida por unidade de superfície por unidade de tempo e é expressa em decibéis (dB). É a medida que vai permitir definir um som como forte ou fraco. (9)

A duração do som determina a qualidade da percepção e discriminação de um som, bem como o risco potencial de déficit auditivo quando exposto a sons de alta intensidade. As consequências adversas de uma exposição de curta duração a um som alto podem ser tão más quanto uma exposição de longa duração a um som menos intenso. Portanto, o potencial para causar danos auditivos é determinado não apenas pela duração de um som, mas também pela intensidade. (1) Deste modo, podemos classificar o ruído em três tipos:

- Impulsivo: pulsos de ruído de início súbito e curta duração (inferior a 1 segundo) que geralmente excedem uma intensidade de 140 dB. Exemplos disto são as detonações de arma de fogo, explosões, rebitagem, o *sonic boom* causado pela quebra da barreira do som.
- Contínuo ou uniforme: ruído contínuo de início repentino ou gradual e de longa duração (mais de 1 segundo). Em função da variação da intensidade, podem ser estáveis, flutuantes ou intermitentes. Como exemplo, temos o ruído do motor de uma aeronave, da hélice e do sistema de pressurização.
- Misto: trata-se de uma mistura dos dois tipos supracitados e são os mais frequentemente encontrados. (1) (9)

Efeitos do ruído no corpo humano

Tendo em conta que o ruído atua através do ouvido sobre os sistemas nervosos central e autónomo, podemos ter consequências ao nível do sistema auditivo mas também efeitos noutros órgãos e sistemas, consoante o nível de exposição, a intensidade do som e a sua duração. Quando o estímulo ultrapassa determinados limites, pode surgir surdez e outros efeitos patológicos, no entanto, a níveis muito menores, o ruído pode também produzir incómodo e dificultar ou impedir a atenção, comunicação, concentração, o descanso e o sono, o que pode desencadear estados crónicos de nervosismo e stress, levando a transtornos psicofísicos, doenças cardiovasculares e alterações do sistema imunitário. (10)

Efeitos Auditivos

Os principais efeitos a longo prazo dos altos níveis de ruído nas aeronaves são o risco de danos na audição e a interferência em toda a gama de comunicações, sendo que o primeiro se trata de um efeito a longo prazo enquanto o segundo pode ter um efeito imediato em qualquer missão. (6)

Dentro dos efeitos fisiológicos na audição, podemos ter desconforto, durante a exposição a um ruído de 120 dB, dor, se esse ruído for de 130 dB, ou até mesmo rutura do tímpano, se essa intensidade ultrapassar os 140 dB. (1) Para além disso, quando a exposição a altos níveis de ruído cessa, vários efeitos se podem manifestar posteriormente, tanto temporários como permanentes:

Perda auditiva temporária: A exposição desprotegida a ruídos constantes e de intensidade superior a 90 dB por um curto período de tempo pode causar alguma alteração auditiva, como os “zumbidos” ou acufenos, causados pelo disparo contínuo do nervo auditivo, e uma sensibilidade reduzida ao som, conhecido como deslocamento temporário do limiar auditivo (TTS). Este efeito, como o nome indica, é habitualmente temporário, pelo que a audição volta ao normal algumas horas após a cessação da exposição ao ruído. (1) (6)

Perda auditiva permanente: Quando a exposição ao ruído excessivo se mantém durante um longo período de tempo (8 ou mais horas por dia, durante vários anos) pode surgir um défice permanente de acuidade auditiva (PTS). Este défice ocorre inicialmente nas proximidades dos 4000 Hz, ou seja, fora do intervalo de conversação, e pode passar

despercebido pelo indivíduo durante algum tempo. Também é importante relembrar que a sensibilidade auditiva normalmente diminui em função da idade, principalmente nas frequências de 1000 a 6000 Hz, começando por volta dos 30 anos. É por este motivo que existe legislação bem estabelecida quanto aos níveis de exposição diária ao ruído, pelo que num dia de trabalho de 8 horas não se deve exceder um Leq de 90 dB. (1) (10)

Efeitos Extra-Auditivos

Os efeitos extra-auditivos do ruído, ou seja, aqueles que não afetam diretamente o órgão da audição, podem-se considerar todos aqueles que afetam a saúde e o bem-estar dos indivíduos. As tripulações que operam aeronaves ruidosas afirmam que o ruído lhes causa fadiga, irritação e que efetivamente lhes aumenta a sua carga de trabalho, o que pode surgir da dificuldade crescente em interpretar as comunicações. (6)

Alguns desses efeitos subjetivos, ditos psicológicos, resultantes do incômodo causado pelo ruído de alta intensidade, podem ser: distração, fadiga, irritabilidade, respostas de sobressalto, o despertar súbito e a má qualidade do sono, perda de apetite, dor de cabeça, vertigens, náuseas e alterações da concentração e da memória. Para além disso, este também vai ter um efeito importante ao nível da interferência na comunicação, podendo mascarar a fala normal e dificultar a sua perceção. Sendo uma distração, o ruído pode ainda afetar a *performance* dos trabalhadores, aumentando o número de erros em voo ou na execução de qualquer tarefa, nomeadamente naquelas que exigem vigilância, concentração, cálculos ou tomada de decisão e que podem ser adversamente afetadas pela exposição a ruídos mais intensos que 90 dB. (1)

Enquadramento legal

Em Portugal, as doenças profissionais encontram-se estabelecidas na Lista das Doenças Profissionais, integrada no Decreto-Regulamentar nº 76/2007, de 17 de julho, constituída por 5 capítulos distintos: 1. Doenças provocadas por agentes químicos; 2. Doenças do aparelho respiratório; 3. Doenças cutâneas e outras; 4. Doenças provocadas por agentes físicos; 5. Doenças infecciosas e parasitárias. Para além das doenças incluídas nesta lista, é ainda considerada doença profissional a lesão corporal ou perturbação funcional que se prove ser consequência, necessária e direta, da atividade exercida e não represente normal desgaste do organismo. (11) (12)

O ruído é responsável por conflitos entre pessoas, entre pessoas e empresas, e por causar problemas de saúde a quem lhe está exposto, estando incluído no Capítulo 4 da lista referida anteriormente, como responsável pela hipoacusia ou surdez profissional. Segundo o Relatório de Dados Estatísticos do CNPRP/ 2008, em termos de manifestação clínica, as doenças com maior incidência em Portugal são as doenças músculo-esqueléticas, que representam 66,32% (2925 casos), seguidas dos casos de surdez profissional, que representam 12,97% (572 casos) do total. (13)

Código	42.01	
Factores de risco	Ruído	
Doenças ou outras manifestações clínicas e Caracterização (prazo indicativo)	Hipoacusia de percepção bilateral por lesão coclear irreversível (com ou sem acufenos), frequentemente simétrica, afectando preferencialmente as altas frequências, devida a traumatismo sonoro.	1 ano
Lista exemplificativa dos trabalhos susceptíveis de provocar a doença	Todos os trabalhos que impliquem exposição a níveis sonoros elevados, como por exemplo: <ul style="list-style-type: none">- Trabalhos em caldeiraria- Martelagem, rebtagem e estampagem de metais;- Trabalhos em teares de lançadeira- Trabalhos de estampagem de tecidos- Trabalhos com martelos e perfuradores pneumáticos;- Trabalhos em salas de máquinas de navios- Trabalhos com rotativas na indústria gráfica- Trabalhos em linhas de enchimento (de garrafas, de barris, etc.) na indústria alimentar- Trabalhos efectuados com máquinas ou equipamentos ruidosos- Emprego ou destruição de munições ou explosivos- Trabalhos na proximidade de motores de explosão ou propulsão e de reactores- Trabalho em discotecas, salas de diversão ou outros ambiente ruidosos	

Tabela 1: Lista de doenças profissionais – doenças provocadas pelo ruído. (12)

Os efeitos indesejáveis do ruído excessivo dependem de várias correlações entre as características do ruído e as próprias características que definem o ser humano, como o seu estado físico, psíquico e sociológico. (5) A existência de todos estes fatores e das

possíveis combinações entre eles, por vezes com efeitos sinérgicos nocivos, torna todo o processo de conceptualização de “ruído excessivo” num assunto extremamente delicado. Assim, tornou-se necessária a criação de leis e critérios que permitissem definir os limites de exposição diária ao ruído, tanto ao nível da duração como da intensidade.

No nosso país, o articulado legal que regulamenta a exposição profissional ao ruído, encontra-se publicado em Diário da República, no Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de setembro, que veio revogar o Decreto-Lei n.º 72/92 de 28 de abril e Decreto-Regulamentar n.º 9/92 de 28 de abril. (9)

Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de setembro

Este decreto-lei é a transposição para direito interno da Diretiva n.º 2003/10/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde respeitantes à exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído (agente físico). Vem estabelecer o valor limite de exposição e os valores de ação de exposição superior e inferior e determinar um conjunto de medidas a aplicar sempre que sejam atingidos ou ultrapassados esses valores. Isto é aplicável em todas as atividades dos setores privado, cooperativo e social, da administração pública central, regional e local, dos institutos públicos e das demais pessoas coletivas de direito público, bem como a trabalhadores por conta própria. (14)

Com este diploma legal passam a estar definidos três níveis de intervenção:

➤ **Valores limite de exposição:** $L_{EX,8h} = 87 \text{ dB}$ ou $L_{Cpico} = 140 \text{ dB}$

Não é permitida, em situação alguma, a exposição pessoal diária ou semanal ($L_{EX,8h}$) a níveis de ruído iguais ou superiores a 87 dB ou a níveis de pressão sonora de pico (L_{Cpico}) iguais ou superiores a 140 dB. São estes os valores definidos como os VLE ao ruído, em cuja determinação se passa a considerar a atenuação dos equipamentos de proteção individual. Esta consideração significa que se fosse possível medir os níveis de ruído no interior do canal auditivo, utilizando um protetor auditivo conveniente, a exposição do trabalhador nunca deverá ser igual ou superior ao nível sonoro contínuo equivalente de 87 dB ou a valores de pico iguais ou superiores a 140 dB. (14) (15)

➤ **Valores que devem desencadear ação:**

- **Valores de ação superior (Cotas de perigo):** $L_{EX, 8h} = 85$ dB ou $L_{Cpico} = 137$ dB

A exposição diária ou semanal a níveis de ruído de 85 dB ou picos sonoros de 137 dB, são valores superiores de ação e são considerados “cotas de perigo”. O uso de protetores é obrigatório. (14) (15)

- **Valores de ação inferior (Cotas de alarme):** $L_{EX, 8h} = 80$ dB ou $L_{Cpico} = 135$ dB

Níveis de exposição pessoal diária ou semanal ao ruído suscetíveis de ultrapassar os 80 dB, ou picos de pressão sonora que atinjam os 135 dB são considerados “cotas de alarme”. O pessoal exposto deve ser instado ao uso de protetores. (14) (15)

De acordo com estes valores, certas disposições legais determinam que sejam efetuadas medições nos locais de trabalho, de forma a se identificarem os fatores potencialmente deletérios para um horário de trabalho de 8 horas diárias, tendo a entidade patronal algumas obrigações, como está representado na tabela 2. (10)

Situações que não permitam a redução da exposição individual diária ao ruído, por meio de medidas de carácter técnico ou de organização do trabalho, para valores inferiores a 90 dB, mesmo com recurso a supressores de ruído, implicarão uma redução do período de exposição. Nos Estados Unidos da América, a *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)* tem definidos os limites de exposição ao ruído permitidos para o local de trabalho, incluindo o cockpit de uma aeronave. Como se pode verificar na figura 3, cada aumento de 5 dB no ruído ambiente, corresponde a uma redução para metade no tempo de exposição, sendo este o princípio também adotado a nível europeu. (9)

Noise Level	Exposure Limit
90 dBA	8.0 hours
92 dBA	6.0 hours
95 dBA	4.0 hours
97 dBA	3.0 hours
100 dBA	2.0 hours
102 dBA	1.5 hours
105 dBA	1.0 hours
110 dBA	30 minutes
115 dBA	15 minutes

Fig. 3: Limites de exposição ao ruído permitidos pela *OSHA*. (16)

AÇÃO A DESENVOLVER	EXPOSIÇÃO PESSOAL DIÁRIA AO RUÍDO		
	< VAI	≥ VAI	≥ VAS
Permitir o acesso dos trabalhadores aos resultados das avaliações individuais e às medidas a tomar para eliminar ou reduzir ao mínimo os riscos resultantes da exposição ao ruído.	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório
Informar os trabalhadores sobre os riscos potenciais para a segurança e saúde derivado da exposição ao ruído durante o trabalho.	-	Obrigatório	Obrigatório
Consultar os trabalhadores sobre a seleção dos protetores de ouvidos.	-	Obrigatório	Obrigatório
Disponibilizar protetores de ouvidos.	-	Obrigatório	Obrigatório
Utilizar protetores de ouvidos.	-	Facultativo	Obrigatório
Verificar a função auditiva.	-	-	Anualmente
Realizar exames audiométricos.	-	Bienalmente	Anualmente
Colocar em prática um programa de medidas técnicas e organizacionais para redução da exposição ao ruído.	-	-	Obrigatório
Avaliar os riscos da exposição ao ruído durante o trabalho.	Sempre que haja alterações significativas nos postos de trabalho ou se o resultado da vigilância da saúde demonstrar a necessidade de nova avaliação.		
			Caso não se verifique nenhuma das anteriores, com periodicidade mínima de 1 ano.

Tabela 2: Quadro resumo das obrigações da entidade patronal [adaptado (14; 10)]

Fontes de ruído aeronáutico e o seu impacto nos militares

Como foi visto anteriormente, o ruído é um grande problema de saúde pública e a perda de audição induzida pelo ruído é uma doença com grande prevalência na população em geral. No entanto, esta prevalência aumenta quando falamos da população militar, pois quase todos os militares, independentemente do ramo, estão expostos a níveis de ruído perigosos em alguma altura da sua carreira. (23) Níveis de ruído elevados, exposições de longa duração e, frequentemente, o uso indevido de protetores auditivos, resultam em grandes quantidades de perda auditiva. Isto tem um impacto muito negativo na eficácia e segurança das missões militares, pois os níveis altos de ruído e a perda de audição levam à degradação das capacidades de comunicação. (24)

Segundo uma revisão sobre o impacto do ruído na audição dos militares, observou-se que as duas doenças ocupacionais mais prevalentes nos veteranos dos Estados Unidos da América no final do ano fiscal de 2012, foram os acufenos em 9,7% dos veteranos e a perda de audição em 5,8%. Para além disso, também na Finlândia uma grande proporção de militares experienciou zumbido incapacitante e perda de audição, apesar do crescente uso de equipamentos de proteção auditiva. Estes números tornam-se bastante relevantes, pois a acuidade auditiva é uma componente chave da eficácia dos militares no seu serviço e a presença destas doenças pode afetar significativamente a capacidade de ouvir informações importantes, tanto da sua Unidade como do inimigo, bem como pode também ser um motivo de interrupção da carreira militar. (23)

O ambiente da aviação é caracterizado por múltiplas fontes de ruído, tanto dentro como fora do avião. A exposição dos pilotos ao ruído tornou-se um problema desde a invenção da primeira aeronave a motor, introduzida pelos irmãos Wright em 1903. (1)

As principais fontes de ruído interno nas aeronaves são:

- ✓ Equipamentos de energia, sistemas de transmissão, hélices;
- ✓ Sistemas hidráulicos, sistemas de condicionamento e pressurização de cabine, sistemas elétricos de aviso, equipamentos de comunicação;
- ✓ Interação aerodinâmica entre o ar ambiente e a superfície da fuselagem da aeronave (asas, superfícies de controle e trem de aterragem);
- ✓ Descarga de armamento. (6)

Esses sons permitem aos pilotos e trabalhadores da manutenção avaliar e monitorizar o estado operacional das suas aeronaves, pois todos os pilotos devem

conhecer os sons de um avião em funcionamento normal, pelo que sons inesperados ou a falta deles, podem alertar para possíveis falhas ou riscos. Todos os militares que trabalham na aviação propriamente dita, experimentam ambientes tão ruidosos, que se torna por vezes necessário gritar para se ser ouvido. (1)

As fontes de ruído e, conseqüentemente, os campos de ruído internos associados, diferem com o tipo de aeronave. Na aviação militar, os maiores problemas ocorrem em jatos de alto desempenho e helicópteros. Estes são preocupantes, principalmente por causa dos altos níveis de ruído interno, que não só causam dificuldade na comunicação entre a tripulação, mas também um ambiente stressante e que pode levar a um déficit auditivo a longo prazo. (6)

Cockpit da aeronave

Os níveis de ruído nos cockpits sempre foram elevados. Já nos primeiros biplanos do tipo De Havilland DH4, estavam documentados problemas nas comunicações. Em 1918, o bombardeiro alemão de quatro motores de *Staaken* apresentava níveis de ruído tão altos no cockpit que a tripulação só conseguia comunicar através do uso de um sistema elétrico de sinalização visual. Posteriormente, durante a Segunda Guerra Mundial, foram feitas uma série de medidas de ruído, em que se verificou que os níveis de ruído eram altos em muitos aviões de combate, nomeadamente entre os 120 e os 125 dB, e a proteção contra eles geralmente era baixa. (6) A introdução do motor de turbina a gás no final da década de 1940, removeu o ruído da hélice e de escape, levando a uma redução dos níveis de cabine. Para além disso, o movimento gradual dos motores em direção à parte traseira da aeronave e a sua colocação no interior da fuselagem, ajudou ainda mais na melhoria do ambiente acústico do cockpit. (17)

Aviões de caça

Ao longo dos anos, houve aumentos graduais nos níveis de ruído de cabine nos jatos rápidos, devido a voarem cada vez mais rápido e a baixas altitudes, não sendo incomum que a tripulação seja exposta a níveis de ruído entre 115 e 120 dB quando voa a velocidades e alturas ditas operacionais (420-480 *knots*, a 250 pés). (6)

Nestas aeronaves, o ruído é gerado por dois mecanismos principais: o fluxo de ar turbulento em torno da estrutura da aeronave e do *cockpit* e os fluxos de ar dentro da cabine, usados para refrigeração, desembaciamento e pressurização. (17) Estas fontes vão ser responsáveis por variações nos níveis de ruído, dependendo da altitude da aeronave e do funcionamento do ar condicionado. À medida que a altitude aumenta e a densidade do ar diminui, as variações de pressão no fluxo de ar diminuem em intensidade, contribuindo para um menor nível de ruído na cabine [vide fig.4, esquerda]. No entanto, quando isto acontece, há uma tentativa de compensação por parte do ar condicionado da cabine que pode aumentar e até dominar o espectro de ruído em grandes altitudes. Normalmente, quando há um aumento do fluxo de massa de ar para o sistema de condicionamento de cabine, os níveis de ruído também aumentam, sendo especialmente maiores quando se torna necessário usar os sistemas de desembaciamento, ocorrendo aumentos substanciais nos níveis de ruído de alta frequência [vide fig.4, direita]. (6)

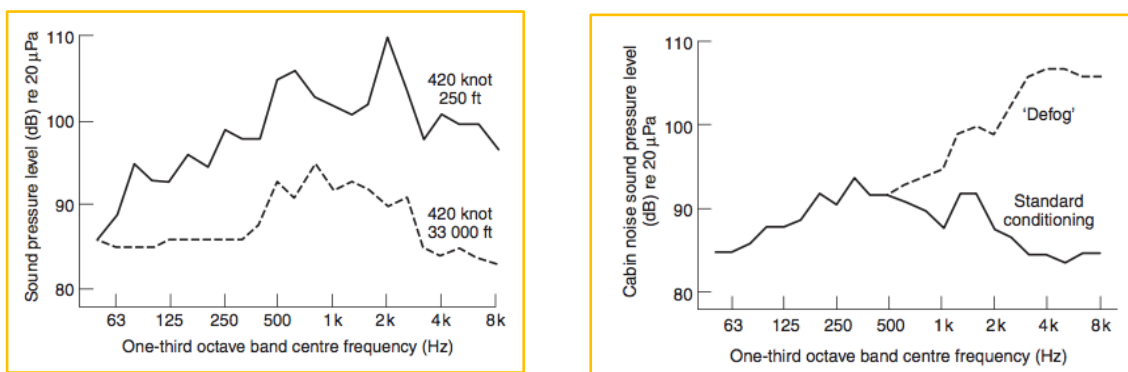


Fig. 4: Espectro típico de ruído num avião de caça. *Esquerda*, efeitos da altitude de voo; *Direita*, diferença no uso do desembaciamento de emergência no espectro da cabine.

Os níveis de ruído entre diferentes aeronaves do mesmo tipo podem ser muito variáveis e embora seja difícil projetar aeronaves com estruturas que garantam baixos níveis de ruído, é consideravelmente mais fácil projetar sistemas de condicionamento que não contribuam muito para o ruído de cabine. (6)

Outro fator que devemos ter em conta nestas aeronaves de motor a jato, é precisamente o ruído produzido pelo motor, que é detetado no exterior da aeronave e ao qual muitos militares são expostos, nomeadamente aquando da descolagem do avião. Nestes casos, as duas principais fontes de ruído são a mistura turbulenta de alta velocidade entre os gases do escape e a atmosfera e o próprio ruído da rotação e vibrações do motor. Nas aeronaves equipadas com o *afterburner*, como é o caso do F-16, o aumento da

velocidade do fluxo de gases pelo escape, cria significativamente mais ruído do que qualquer outro componente do motor. (18)

Num estudo realizado na Base Aérea nº5 em 2010, verificou-se que os níveis acústicos associados às descolagens e aterragens dos F-16 ultrapassavam os valores respeitantes à classificação do local como zona mista, não cumprindo assim os critérios de exposição máxima. (10)

Por último, estes tipos de aeronaves são capazes de atingir velocidades muito altas, ultrapassando por vezes a velocidade do som, ou seja, a velocidade de *Mach* 1. Quando isto acontece, pode-se propagar uma onda de choque denominada *sonic boom*. (18)

Helicópteros

Os helicópteros são aeronaves de asa rotativa e têm um espectro de ruído totalmente diferente, com fontes tanto aerodinâmicas como mecânicas. O ruído induzido aerodinamicamente é gerado pelos rotores principal e de cauda, incluindo as interações entre os rotores nos helicópteros de rotor duplo e as interações entre os rotores e a fuselagem. A frequência do rotor depende da velocidade de rotação do mesmo e do número de pás, sendo que na maioria dos helicópteros de rotor único ronda os 20 Hz. Por outro lado, o ruído mecânico origina-se nos sistemas giratórios ligados aos rotores, ou seja, em toda a maquinaria envolvente. A frequência da caixa de engrenagem está diretamente relacionada com as potências das engrenagens de entrada e saída e geralmente estão na faixa dos 400 aos 600 Hz. Como cada helicóptero apresenta diferentes características mecânicas e aerodinâmicas, também cada um terá uma assinatura acústica única. O EH-101 *Merlin*, por exemplo, tem uma gama de sistemas aviónicos com ventiladores de resfriamento que podem aumentar significativamente os níveis de ruído da cabine. (6) (17)

O espectro típico de ruído de um helicóptero de rotor único é apresentado na figura 5. Devido a esses altos picos de ruído dos vários componentes, podem ocorrer diversos problemas operacionais, se determinadas tarefas que envolvem a audição de sinais de baixa intensidade forem comprometidas. (6)

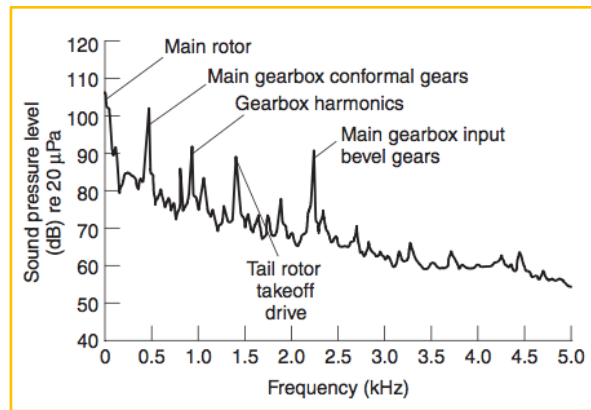


Fig. 5: Espectro de ruído de cabine num helicóptero de rotor único. (6)

O mascaramento auditivo, fenómeno conhecido pela oclusão de um som por outro, é responsável por fazer com que os altos níveis de ruído discreto possam sobrepor-se ao sinal que se pretende ouvir, ilustrando assim os limites da seletividade de frequência, mesmo numa pessoa com audição normal. (19) Através do conhecimento deste fenómeno, é possível prever os níveis e frequências de sinais que podem ser detetados e a probabilidade de deteção, o que pode ser útil na definição dos níveis de alerta em sistemas de aviso auditivo. (6)

O campo sonoro externo do helicóptero é criado predominantemente por uma combinação do ruído do rotor e do escape do motor, pelo que este tipo de aeronave pode ser muito incomodativa para as pessoas no solo, pois voa a baixa velocidade e a baixas altitudes, permanecendo ao alcance da voz por longos períodos. (6) Os helicópteros produzem mais ruído nas aterragens do que nas descolagens, contrariamente às aeronaves de asa fixa. Para além disso, os níveis de ruído podem ser 2 a 10 dB mais altos do que os níveis de ruído das aeronaves a hélice. Uma operação exclusiva do helicóptero é o voo estacionário, sendo que nesta condição trata-se de uma fonte de ruído assimétrica. Por este motivo, as aeronaves de asa rotativa devem ser medidas em toda a volta, de maneira a adquirir o padrão de diretividade total. Os helicópteros operam tipicamente em três condições distintas:

- ✓ *Ground Run-up*, em que os rotores funcionam sem que haja elevação do solo;
- ✓ Estacionário *dentro do efeito de solo*, que acontece quando o helicóptero opera a uma altura inferior a um diâmetro e meio do rotor principal e isto faz com que o escoamento do ar produzido pelo rotor “reflita” no chão e proporcione essa elevação ao helicóptero, precisando então de menos potência;

- ✓ Estacionário *fora do efeito de solo*, ao contrário do anterior, acontece em alturas superiores a um diâmetro e meio do rotor principal do helicóptero, deixando de haver o chamado “efeito de solo”, pelo que é necessária mais potência e consequentemente, mais ruído é produzido.
- ✓ Para além destas manobras, os helicópteros militares normalmente operam muito perto do solo de maneira a evitar a deteção, quer pelo inimigo, quer por radares, numa manobra chamada *Nap of the Earth* (NOE). (18)

Os helicópteros emitem ainda um tipo de ruído rotacional periódico, de alta amplitude, denominado *blade slap*, que é muito típico destas aeronaves e que aumenta com as descidas, as manobras e os voos de alta velocidade. (18)

Num estudo feito com pilotos e mecânicos de helicópteros do Exército Tailandês, para avaliar a prevalência de perda de audição induzida pelo ruído e os fatores contribuintes, concluiu-se que não havia diferença significativa na prevalência da perda auditiva entre os dois grupos. No entanto, no grupo dos mecânicos de aeronaves demonstrou-se um dano maior no tipo de frequências envolvidas, incluindo as frequências da fala, e também uma perda de maior intensidade em comparação com os pilotos. Quanto aos fatores contribuintes que poderiam afetar a audição, o tipo de equipamento de proteção individual utilizado e os fumadores foram fortemente correlacionados com a perda de audição, enquanto a idade, os hábitos alcoólicos e o tempo de voo não tiveram nenhum efeito significativo. O estudo concluiu que os mecânicos tiveram maior gravidade de perda de audição do que os aviadores. (20) (21)

Na Força Aérea Brasileira também foi pesquisada a prevalência de perda de audição entre todos os trabalhadores de manutenção de uma unidade de helicópteros, por meio da aplicação de questionários individuais e da audiometria. Constatou-se uma prevalência elevada de perda de audição (32,4%) relacionada com o tempo de trabalho e a faixa etária (41 aos 50 anos), pelo que os autores recomendaram que fosse implementado um Programa de Conservação da Audição para todos os militares que desempenham atividades em que há exposição ao ruído. (20) (22)

Aeronaves de transporte a hélice

Nestas aeronaves, normalmente a principal fonte de ruído é a hélice, pelo que, tal como no helicóptero, a frequência dominante é uma função da velocidade rotacional da hélice e do número de pás, andando à volta dos 80 a 100 Hz. Como estas atingem

velocidades mais altas que os helicópteros, há também uma maior contribuição do ruído da camada limite, no entanto, este não se aproxima dos níveis de ruído gerados pelas aeronaves a jato. O ruído interno geralmente é mais alto ao nível do plano da hélice. (6)

Deste modo, a tripulação que viaja no compartimento de carga deste tipo de aeronaves, também está exposto a altos níveis de ruído. Numa aeronave do tipo Hercules C 130, foram medidos níveis de ruído de até 118 dB na parte anterior do compartimento de carga, com os níveis máximos a serem detetados precisamente à frente do plano da hélice. (17)

Aeronaves de transporte a jato

Estas aeronaves são semelhantes aos aviões de caça no que toca às fontes de ruído interno, pois as principais contribuições são o fluxo turbulento da camada limite e os sistemas de condicionamento da cabine. O espectro do ruído é normalmente de largo espectro, com um pico de cerca de 125 Hz e varia ao longo do comprimento e largura da aeronave. Os níveis de ruído na parede lateral da cabine podem ser até 6 dB superiores ao centro da cabine. Existem ainda outras fontes de ruído, como os sistemas hidráulicos e mecânicos, mas estes geralmente apenas são relevantes durante determinadas fases do voo, nomeadamente na aterragem ou descolagem. (6)

Prevenção e proteção auditiva

De acordo com a OMS, cerca de 50% da perda de audição pode ser prevenida e uma grande parte do restante pode ser tratada efetivamente. (25) A principal maneira de proteger a tripulação contra o ruído é através do uso de capacetes com sistemas de proteção auditiva ou de fones. Na maioria das aeronaves, o uso destes dispositivos é mesmo obrigatório. Uma vantagem dos capacetes é o facto de poderem ter máscaras de oxigénio, viseiras de proteção, óculos de visão noturna e outros dispositivos integrados. (6)

Hoje em dia existe uma grande variedade de dispositivos de proteção auditiva, que vai desde o mais simples tampão auditivo até aos sofisticados fones com redução ativa do ruído. A função é sempre a mesma, reduzir a exposição ao ruído, pelo que a escolha do dispositivo deve depender do maior conforto para o utilizador. É importante reforçar que o uso destes equipamentos não interfere com as comunicações durante o voo porque eles reduzem o ruído de fundo de alta frequência, fazendo com que os sinais da fala se tornem mais claros e mais compreensíveis. (1) (26)

Tal como acontece com todas as formas de equipamento de proteção individual (EPI), a proteção auditiva é comprometida por mau ajuste e uso incorreto. Um grande motivo que leva a uma má resposta ao nível da redução do ruído é a má utilização dos equipamentos, pois há muitas pessoas que ignoram o seu uso e outras que, apesar de os usar, não o fazem da maneira correta. (27)

Supressores de ruído: Estes são uma espécie de tampão auditivo que oferecem uma abordagem mais popular, barata e confortável ao nível da proteção auditiva, podendo ser descartáveis ou reutilizados. Para serem eficazes, devem ser inseridos corretamente de maneira a criar uma vedação hermética no canal auditivo. Os protetores de poliuretano impregnados com cera fornecem uma proteção universal eficaz para todos os usuários, com uma redução de 30 a 35 dB em todas as frequências. Estes podem ser usados frequentemente em conjunto com capacetes, mas apesar de isso ajudar a reduzir os níveis de ruído no tímpano, o sinal de comunicações também fica reduzido, e elevar os níveis de saída dos sistemas de comunicação para manter a inteligibilidade da fala pode sobrecarregar e induzir a distorção do sinal. (1) (6)

CEP (*Communication earplugs*): Estes dispositivos tratam-se de uns fones integrados num supressor. A vantagem óbvia é que a fala do intercomunicador não é afetada pelo protetor do ouvido o que faz com que atualmente os CEP sejam usados operacionalmente em vários países. Por outro lado, uma desvantagem são os fios que são necessários para transmitir o sinal da intercomunicação ao ouvido e que devem ser ligados à parte externa do capacete. Esses fios podem ser vulneráveis ao trabalhar em espaços confinados, como os cockpits das aeronaves. (26)

Capacetes: Os capacetes fornecem proteção tanto a nível do impacto como da acústica. A atenuação do ruído varia com a frequência, sendo que os capacetes normalmente são mais eficazes na redução dos ruídos de alta frequência. (27)

Dispositivos com redução ativa do ruído (ANR): Os protetores de ouvido com ANR normalmente fornecem proteção adicional de 10 a 15 dB na faixa de frequência de 125 a 800 Hz e, portanto, têm o efeito mais dramático em ruídos dominados por baixa frequência como aeronaves a hélice, helicópteros, tanques, mas também podem ser eficazes em muitas aeronaves a jato quando a exposição ao ruído é causada por exposições nessas bandas (ou seja, abaixo de 1 kHz). Estes usam um tipo de tecnologia que permite a manipulação de ondas de som, reduzindo o ruído e melhorando a qualidade do som. (24)

Combinações de dispositivos: O uso de mais do que um equipamento é recomendado quando o ruído ambiente é superior a 115 dB. A combinação do capacete, proporcionando uma boa proteção de alta frequência, com o ANR, com maior proteção na baixa frequência, garante que o utilizador receba a máxima proteção no que concerne aos níveis de ruído. (1) (27)

Realidade da FAP

Qualquer Força Aérea tem como prioridade principal a manutenção da prontidão operacional que lhe permita o cumprimento das missões que lhe são atribuídas, sendo da sua competência tanto a manutenção das aeronaves, como o treino e capacitação das tripulações de maneira a cumprirem essas missões, com o menor risco e o menor custo em termos operacionais. Por isso, no meio militar aeronáutico existe uma grande exigência no que toca à seleção e formação do pessoal navegante, pois estamos perante pessoas que se propõem a operar um sistema não natural para o homem, sob condições fisiológicas adversas. (28)

Na Força Aérea Portuguesa, a entidade responsável por apoiar o pessoal navegante no âmbito da medicina aeronáutica, de maneira a serem asseguradas as melhores condições psicofisiológicas para o cumprimento da atividade operacional é o Centro de Medicina Aeronáutica (CMA), sediado no Hospital das Forças Armadas (HFAR), motivo pelo qual se apoiam clinicamente, em regime de complementaridade de ação. (29)

Das competências do CMA, destacam-se as áreas de seleção do pessoal navegante, formação e adaptação às funções operacionais, treino fisiológico, formação técnica em medicina aeronáutica, apoio aeromédico a militares de outros ramos, participação na investigação de acidentes aeronáuticos, investigação e desenvolvimento nas áreas de fisiologia e medicina aeronáutica, certificação médica da Autoridade Nacional de Aviação Civil (ANAC), entre outras. Para o cumprimento dos seus objetivos, o CMA está organizado em dois grandes departamentos: o de avaliação e aptidão aeromédica e o de formação e prevenção, onde se inclui a secção de treino fisiológico. (30)

Departamento de Avaliação e Aptidão Médica (DAAM)

O DAAM tem a função de proceder à avaliação das aptidões aeromédicas com a finalidade de selecionar e controlar o pessoal envolvido na atividade aérea. A sua atividade diária passa por: realizar exames médicos de seleção para pessoal navegante permanente (candidatos a piloto aviador e navegador); realizar exames médicos de seleção para pessoal navegante temporário (candidatos a todas as outras especialidades relacionadas com a atividade aérea); e realizar exames médicos de revisão aeromédica a todo o pessoal navegante, anualmente. (28)

Ao nível da seleção de pessoal, esta encontra-se regulamentada nas Tabelas de Inaptidão, onde são especificados os critérios de seleção, entre os quais se indica a acuidade auditiva mínima admissível para a seleção de pessoal, que para além disso, deve ser também observado pela ORL. A vigilância clínico-audiométrica, incluída na revisão do pessoal navegante e não navegante através da realização de exames audiométricos e impedanciométricos, permite a identificação precoce dos indivíduos mais suscetíveis, que devem ser sensibilizados para o uso de proteção individual, podendo ser eventualmente propostas medidas como mudança preventiva do horário ou do posto de trabalho. (9)

Departamento de Formação e Prevenção (DFP) e Secção de Treino Fisiológico (STF)

O DFP está vocacionado para a recolha e análise de dados relativos ao fator humano, participando nas investigações de acidentes com aeronaves e noutros estudos relativos à medicina aeronáutica, enquanto a STF tem a função de ministrar os cursos de treino fisiológico, bem como o seu refrescamento, ao pessoal navegante permanente e temporário, e ainda organizar ações de formação em Medicina e Enfermagem aeronáuticas, dispondo para isso de equipamentos indispensáveis. (28)

Considerando que a proteção individual constitui a principal arma contra a patologia sonotraumática, torna-se muito importante o trabalho deste departamento na educação das pessoas envolvidas. Este papel na FAP é desempenhado nas Bases Aéreas, pelo pessoal de saúde e pelos Oficiais de Segurança em Voo e Oficiais de Segurança em Terra, no âmbito do Gabinete de Prevenção de Acidentes (GPA), sensibilizando o pessoal exposto nas várias esquadras para o uso das medidas de proteção individual em ambientes ruidosos. Esta função é consubstanciada nas sessões informativas realizadas na STF do CMA, integradas nos cursos de refrescamento de fisiologia de voo. O pessoal que frequenta estes cursos acaba por atuar como vetor de informação ao pessoal com quem convivem diariamente nas suas Unidades, amplificando assim o efeito preventivo. (9)

Programa de Conservação da Audição

Com o objetivo de se adequar melhor à realidade vivida na instituição e às normas jurídicas em vigor, foi implementado um Programa de Conservação da Audição na FAP, com medidas de fácil execução prática, permitindo uma rápida identificação dos potenciais lesados pelo próprio Centro de Saúde das Unidades. Este programa permite o cumprimento dos requisitos legais, a defesa dos direitos e deveres dos indivíduos e da instituição, uma diminuição significativa no dispêndio económico e a contribuição para a

prevenção das consequências que advêm da surdez. Para além disso, proporciona também uma redução das incapacidades temporárias e/ou permanentes para o trabalho e das respetivas compensações por doença profissional. (9) (31)

Este consiste em três áreas distintas:

Programa de Educação: Deve abranger o indivíduo exposto, sensibilizando-o à adoção de medidas de proteção individual, e o seu supervisor, pois é legalmente responsável pela implementação dessas medidas. Esta área de intervenção é de fácil concretização e tem boa relação custo-benefício, com meios humanos e materiais pouco significativos. (9) (31)

Programa Sonométrico: Destina-se a, cumprindo o articulado legal, elaborar mapas dos locais de trabalho ruidosos, com definição de zonas potencialmente sonotraumáticas e respetiva caracterização quer em intensidade quer em banda de frequência, quer ainda na distribuição temporal ao longo do período de trabalho. Esta tarefa é de maior envergadura, dada a variedade de locais de trabalho existentes nas diferentes unidades da FAP e a sua dispersão geográfica e a sua implementação depende da existência de sonómetros e dosímetros de ruído, que ficam ao encargo do GPA responsável por essa área. (9) (31)

Programa Audiométrico: Tem o objetivo de identificar os indivíduos mais suscetíveis ao ruído e ao despiste precoce da surdez sonotraumática, através da realização de testes audiométricos periódicos, periodicidade esta dependente do tipo de exposição e dos resultados audiométricos apurados. Como identificado na figura 6, todo o pessoal deveria fazer audiometria dita de referência antes do início da exposição para posterior comparação. Três meses depois do início da atividade, deve-se repetir o exame para identificação dos indivíduos altamente suscetíveis ao ruído. Se os limiares se mantiverem sem variação significativa, o indivíduo será controlado audiometricamente uma vez por ano. Se pelo contrário, se verificar uma variação significativa dos limiares (VSL), equivalente a aumentos de mais de 10 dB a 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz, o indivíduo deverá ser submetido a novo audiograma após 15 horas de repouso auditivo. No caso de desaparecer a VSL, o indivíduo deve ser instado ao uso de protetores adequados e passará a ser controlado anualmente; se a VSL se mantiver, deve ser encaminhado para uma consulta de ORL para estudo e eventual encaminhamento para a Junta de Saúde da Força Aérea (JSFA). (9) (31)

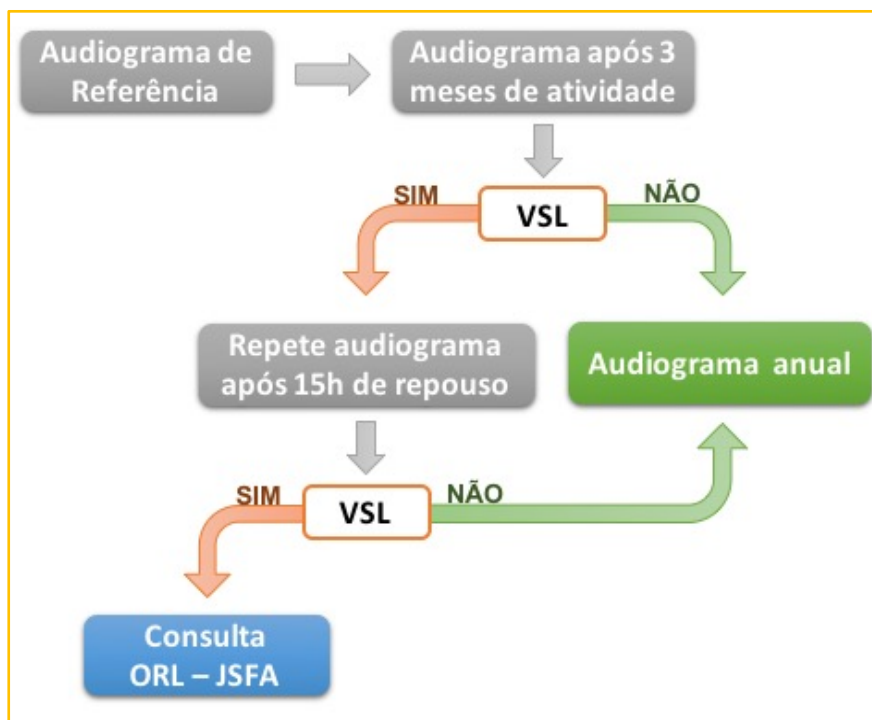


Fig. 6: Esquema do programa audiométrico [adaptado (9)]

Contudo, apesar da potencialidade deste programa, este apenas está aplicado na Base Aérea nº 5 (BA5) em Monte Real, por se considerar que era a Base que estava em maior risco no que concerne aos efeitos do ruído tanto nos pilotos como em todos os outros militares que trabalham diariamente naquele local.

Conclusão

A temática do ruído na aviação suscitou-me algum interesse desde o início, na medida em que me permitiu juntar duas áreas que me cativavam: a ORL e a Medicina Aeronáutica. Esta revisão da literatura relativa a este tema e aos seus efeitos nos militares envolvidos, tornou-se importante na medida em que foi possível reunir diversa informação e perceber a dimensão que o ruído tomava a nível mundial.

O ruído pode ter diversos efeitos no corpo humano, tanto a nível auditivo como psicológico, e sabe-se que os casos de surdez profissional, não só em Portugal como em todo o mundo, tomam um lugar muito importante nas listas de doenças profissionais. No caso especial dos pilotos, o incómodo provocado pelo ruído pode ser responsável por várias outras alterações que levam a uma menor capacidade de realizar as suas funções, nomeadamente ao nível das dificuldades nas comunicações e na sua *performance*. Isto faz com que este seja um assunto delicado, que carece de valores legais e critérios precisos no que toca à definição dos limites aceitáveis de exposição diária ao ruído. Estes valores estão estabelecidos nos 90 dB de ruído máximo num período de 8 horas, sendo que por cada aumento de 5 dB, deve reduzir-se o tempo de exposição para metade.

Na aviação militar existem diversas fontes de ruído, desde todos os sistemas integrados na aeronave, aos sons provocados pela interação aerodinâmica entre o ar e a superfície. As aeronaves em que se provou haver uma maior intensidade de ruído, tanto interno como externo, foram os aviões de caça, como os F-16, e os helicópteros, sendo estes os dois tipos com mais estudos feitos a nível mundial. No entanto, ainda se torna necessário haver um estudo mais aprofundado destes níveis de ruído nas aeronaves da Força Aérea Portuguesa.

Viu-se também que, apesar de isto ser um problema sério, existem diversas maneiras de prevenirmos a diminuição da acuidade auditiva e outras alterações através do uso de EPI, como supressores, capacetes, CEP, dispositivos com ANR ou até mesmo a combinação de mais do que um deles. Esta variedade de dispositivos permite que cada um use aquele que mais se adequa à sua missão e com o qual se sinta mais confortável, de maneira a que a adesão seja maior.

Na nossa Força Aérea, temos diversos departamentos responsáveis pela seleção e formação dos militares e também pela prevenção de acidentes nas diversas áreas. Destaca-se o Programa de conservação da audição, neste momento apenas aplicado na BA5, que

permite um melhor acompanhamento dos militares em relação às suas queixas auditivas e o cumprimento dos requisitos legais.

Considero então que este é um tema que tem potencialidade para ser mais estudado no nosso país e na nossa Força Aérea, de maneira a haver um maior controlo das patologias deste foro em todas as Bases Aéreas e em todas as aeronaves, pois independentemente de serem mais ou menos ruidosas, todas elas trazem as suas consequências para o dia a dia dos nossos militares.

Concluindo, não poderia deixar de agradecer o apoio que me foi dado na escolha e desenvolvimento deste tema, tanto pelo Prof. Dr. Óscar Dias e pelo Prof. Dr. Marco Simão da FML pelo grande interesse demonstrado e pela disponibilidade em aceitar este trabalho final de mestrado, como também aos militares do CTFFA que me disponibilizaram grande parte da bibliografia e ainda à Sra. Major Helena Ribeiro e Sra. Major Teresa Matos, especialistas em ORL do CMA, que me esclareceram todas as minhas dúvidas em relação à realidade da FAP e ao que era feito ao nível do CMA.

Referências Bibliográficas

1. Antuñano, Melchior J., D., M. e Spanyers, James P. Hearing and Noise in Aviation. Oklahoma : Federal Aviation Administration .
2. *e-Manual: Otologia*. Faculdade de Medicina de Lisboa : Clínica Universitária de ORL. Vol. I.
3. Audiology specialists. [Online]
<http://www.audiologyspecialists.com/UploadedFiles/Images/anatomy-of-ear.jpg>.
4. Goelzer, Berenice, Hansen, Colin H. e Sehrndt, Gustav A. *Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control*. 2001.
5. Valente, Vitor H. G. *Efeitos do ruído no corpo humano em ambiente de discoteca*. s.l. : Universidade de Aveiro, 2008.
6. Gradwell, David P. e Rainford, David J. *Ernsting's Aviation Medicine*. Londres : Hodder Arnold, 2006.
7. Ear anatomy and physiology. *my Virtual Medical Centre*. [Online] 28 de março de 2008. <https://www.myvmc.com/anatomy/ear/>.
8. Mendia, Javier. Biofísica del sonido. [Online]
<https://biofisicadelsonido.wordpress.com/2017/01/25/el-oido-interno-la-coclea-el-vestibulo-y-el-nervio-auditivo/>.
9. *Surdez profissional*. Varandas, J., et al. Lisboa : Força Aérea Portuguesa, 1999, Mais Alto, Vol. 317 e 318.
10. Carreira, Sónia C. P. *Monitorização do ruído ambiental e laboral na Base Aérea de Monte Real*. s.l. : Universidade de Aveiro, 2010.
11. Assembleia da República. *Lei n.º 7/2009*. s.l. : Diário da República, 12 de fevereiro. Vol. 1ª série. N.º 30.
12. Ministério do trabalho e da solidariedade social. *Decreto Regulamentar n.º 76/2007*. s.l. : Diário da República, 17 de julho. Vol. 1ª série. 136.
13. Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho. Compilação de Dados Estatísticos sobre Sinistralidade Laboral e Doenças Profissionais em Portugal. [Online] 2012.
http://www.ugt.pt/SST_CompilacaoDadosEstatisticos_23_10_2012.pdf.
14. Ministério do trabalho e da solidariedade social. *Decreto-Lei n.º 182/2006*. s.l. : Diário da República, 6 de setembro. Vol. 1ª série. 172.
15. Força Aérea Portuguesa. *Manual de Fisiologia de Voo*. janeiro de 2015.

16. OSHA. *Industrial Noise Control*. [Online] 28 de setembro de 2007.
<https://ohsonline.com/Articles/2007/09/Industrial-Noise-Control.aspx?Page=2>.
17. James, Miss S. *Defining the cockpit noise hazard, aircrew hearing damage risk and the benefits active noise reduction headsets can provide*. s.l. : NATO, 2004.
18. Operational noise program. *Operational Noise Manual - an orientation for department of defense facilities*. s.l. : USACHPPM, novembro de 2015.
19. Sweetwater. *What is auditory masking?* [Online] 17 de abril de 2012.
<https://www.sweetwater.com/sweetcare/articles/what-auditory-masking/>.
20. Barreto, Monique e Júnior, Fayes. *Perda auditiva em militares expostos a ruído ocupacional*. s.l. : Revista eletrônica Gestão & Saúde, 2012.
21. Jaruchinda, P., et al. *Prevalence and an analysis of noise-induced hearing loss in army helicopter pilots and aircraft mechanics*. s.l. : J Med Assoc Thai, 2005.
22. Ribeiro, A. M. e Câmara, V. de M. *Perda auditiva neurosensorial por exposição continuada a níveis elevados de pressão sonora em trabalhadores de manutenção de aeronaves de asas rotativas*. s.l. : Cad. Saúde Pública, 2006.
23. Yong, Jenica e Wang, De-Yun. *Impact of noise on hearing in the military*. s.l. : Military Medical Research, 2015.
24. Maresh, Ryan W., Woodrow, Andrew D. e Webb, James T. *Handbook of Aerospace and Operational Physiology*. s.l. : U. S. Air Force, 2016.
25. Wilson, Blake S., et al. *Global hearing health care: new findings and perspectives*. s.l. : The Lancet, 2017.
26. Wijngaarden, Sander J. van e James, Soo. *Protecting crew members against military vehicle noise*. s.l. : NATO, 2004.
27. Owen, Maj JP. *Noise induced hearing loss in military helicopter aircrew - a review of the evidence*. s.l. : J R Army Med Corps, 1995.
28. Silveira, Simão, Duarte, António e Correia, Rui. *Medicina Aeronáutica: uma componente aérea da saúde militar*. s.l. : Revista Militar.
29. EMFA. Força Aérea Portuguesa. *Centro de Medicina Aeronáutica*. [Online]
<http://www.emfa.pt/www/unidade-48-centro-de-medicina-aeronautica>.
30. Tomé, António. *A importância da Medicina Aeronáutica no contexto da Medicina Operacional*. s.l. : Instituto de Estudos Superiores Militares, 2015.
31. Ministério da Defesa Nacional. *Programa de Conservação da Audição na BA5*. Monte Real : s.n., 2012.